

# 循環型社会のエネルギー基盤 ：自然エネルギーの可能性

Sustainable Energy Development as a Fundamental  
of a Recycling-Based Society: The Potential of  
Renewable Energy from a Socio-Economic Perspective

中 村 太 和  
Nakamura, Taiwa

## ABSTRACT

The utilization of renewable energy can contribute to “clean” development based on regional resources. Given the natural resources available in Japan, there is great potential for small-scale hydroelectric power generation and biomass energy production to advance community-based development of this kind. This paper provides a consideration of some of the socio-economic prerequisites for the appropriate growth of sustainable energy development as one of the fundamentals of a recycling-based society.

## はじめに

石油、原子力、大量生産を前提にしたバイオ燃料は、サステナビリティ・持続可能性と言う点で根本的な問題点を持つことはすでに見た。では、環境対応のエネルギーとして注目を集めている自然エネルギーは、それらに対するオールタナティブ・代案になる可能性があるのだろうか。本稿では、大規模・集中型エネルギー供給システムから小規模・分散型供給システムへの転換という視点から自然エネルギーの可能性と意義について検討したい。<sup>(1)</sup>

---

(1) 原発・バイオ燃料の評価については、拙稿「地球温暖化と脱石油戦略：原発・バイオ燃料に未来はあるか」和歌山大学経済学会『経済理論』第350号を参照。

## I 自然エネルギーの特徴と意義

### 1. 自然エネルギーの分野別動向

自然エネルギーには、太陽、風力、水力などの自然そのものを利用する狭義の自然エネルギーと太陽エネルギーが生物体に固定されたものとしての広義の自然エネルギーであるバイオマス（生物資源）エネルギーがある。以下に、主要な自然エネルギーの開発動向を見ておきたい。

#### ①太陽

##### 太陽光発電

太陽光発電は、太陽エネルギーを太陽電池（半導体素子）で直接電気に変換するシステムで、変換効率は現状では10%強である。架台を組んで屋根に取り付ける方式が一般的であるが、瓦・外壁・ガラスと一体型のものや布状素材を利用したカバンや帽子の発電システムも発売されている。kW あたりシステ

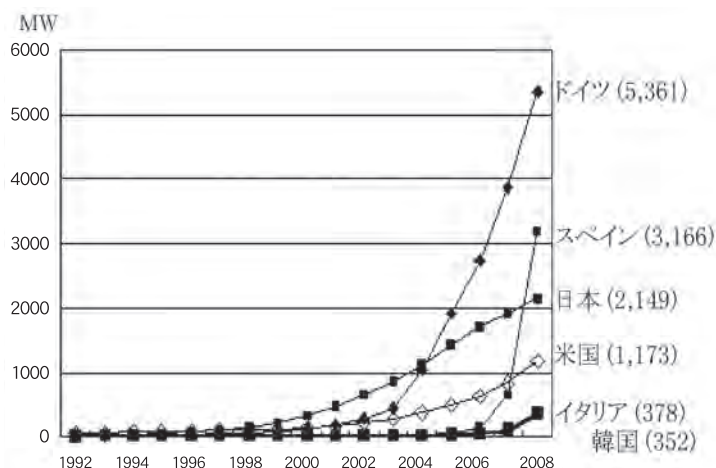


図 1 太陽光発電の累積導入量の推移

出典：自然エネルギー市民の会「ニュースレター 17 号」

ム単価は 94 年時点では 200 万円を超えていたが、現在は 70 万円以下になっており、kWh あたり発電原価は 46 円ほどである。

日本では 94 年度に「住宅用太陽光発電システムモニター事業」による助成が始まってから急速に普及し、04 年度までは世界一であった。しかし、05 年度には「市場の成熟」を理由に補助制度が廃止され、以後伸び悩み状況である。これに対し、ドイツでは 2000 年の再生可能エネルギー法（04 年改正）で FIT（フィード・イン・タリフ）方式での高値買取り制度によって一気に普及が進み、05 年度には日本を抜いて世界一になった。08 年度の世界の累積導入量は 1340 万 kW で、1 位ドイツ 536 万 kW、2 位スペイン 316 万 kW、日本は 215 万 kW で 3 位になった。太陽電池の生産においても、07 年にはドイツの Q セルズがシャープを抜いて世界一になっており、中国・アメリカの台頭とあいまって世界をリードしてきた日本メーカーの優位は危うくなりつつある。

## 太陽熱利用

最もシンプルな太陽熱利用システムは、太陽光を集光して調理するソーラー・クッカーで各地の環境イベントなどで人気を博している。現在市販されている商品では少量の料理しかできないが、途上国の貧困地域では料理とともに飲料水の煮沸消毒などで威力を発揮する可能性を持っている。太陽熱利用で現在最も普及しているのは太陽熱温水・暖房設備で日本が世界をリードしてきたが、補助制度の打ち切りや一部業者による悪質販売などもあって伸び悩み状態である。中国が 07 年時点で世界の導入容量 1400 万 kWth の 4 分の 3 を占めて世界をリードしており、欧州も本格的な普及に向けて技術開発、法制度の整備を図りつつある。太陽熱を利用した床暖房、集合住宅での共同利用などの新たな動きもあり、都市再生機構の特定土地区画整理事業「越谷レイクタウン」ではマンション 2 棟の屋上に集熱面積 950 m<sup>2</sup>の太陽熱集熱器を設置し、全戸に温水を供給している。街区単位での太陽熱利用システムは国内初であり、今後各地に広がっていくと予想される。

太陽熱を温水として利用するだけでなく、温められた空気として暖房に利用する家作りも進められている。OMソーラーハウスは、冬場には屋根に取り付けられた集熱箱で温められた空気を地下のコンクリートに蓄熱して部屋を温め、夏場には逆に外の冷気を取り入れて室内の熱を外部に放出するという、空気と太陽だけを利用したパッシブ・ソーラーシステムである。太陽が照っていれば、寒冷地の冬でも補助暖房が要らないくらいの暖房効果がある。OMソーラー協会は地域の230社の工務店のネットワークであり、すでに2万5000棟の受注実績を持っている。

新たな熱利用として、太陽熱発電が世界各地で取り組まれている。太陽を鏡やレンズで集光し、その熱で水を水蒸気にして蒸気タービンで発電するシステムであり、もちろん熱源としても利用可能である。アメリカの「ネバダ・ソーラー・ワン」は120haに18万2400個の鏡を敷き詰めた発電所であり、6万4000kWの発電能力を持っている。2007年時点でアメリカの太陽熱発電は42万kWであるが、15年までに460万kWの建設計画があり、南欧、中東、北アフリカでも大規模な開発計画が目白押しである。太陽エネルギー利用については現状では太陽光発電が脚光を浴びているが、最も安価で簡便な利用方法は太陽熱利用であり、地球環境問題に対処するうえで太陽熱利用のあり方についての議論・取り組みを本格化させる必要がある。

### 太陽光採光システム

近代的な生活は電気による照明で成り立っているが、電気が光に転換される効率は蛍光灯でも20%ほどで残りは熱として放出されている。よく言われるように「蛍光灯は光源ではなく熱源」なのであり、その点で太陽光採光は新たな可能性を持ったシステムである。採光にはミラー、プリズムなどいくつかの方式があるが、最新のレンズ・光ファイバー方式は、自由に折り曲げ可能なファイバーを使うため地下空間でも採光が容易である。住宅だけでなく地下道、パーキングエリアなどの公共空間でも取り入れられており、今後は大深度

地下での利用も検討されている。<sup>(2)</sup>

## ②風力

90年代中頃から欧州を中心に世界的な風力ブームが生じ、エネルギー業界で最も成長率の高い分野になっている。2008年には世界で2700万kWが新たに導入され、累積で1億2080万kWになっている。1位アメリカ2517万kW、2位ドイツ2390万kW、3位スペイン1679万kWと欧州・アメリカが主導しているが、アジアでもインド、中国が急成長をとげて4位、5位を占めている。日本は185万kWで13位であり、風力発電における低迷は日本の自然エネルギー政策の貧困を典型的に示している。

風車がつかむ風のエネルギーは風車の受風面積に比例するため風車は巨大化

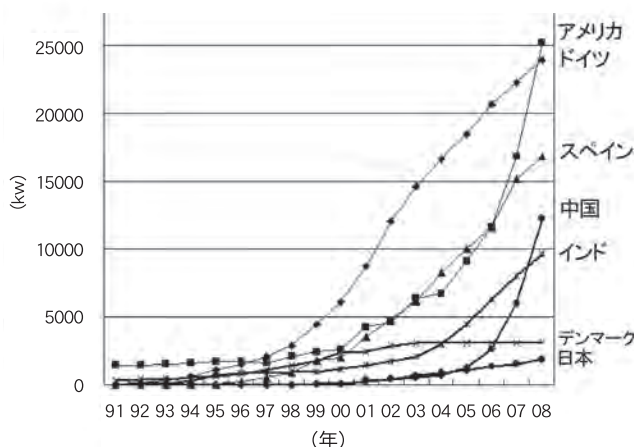


図2 主要国の風力発電の累積導入量の推移

出典：自然エネルギー市民の会「ニュースレター16号」

(2) 太陽光発電については、『日経エコロジー』2008年12月号。『アース・ガーディアン』2008年3月号、5月号。太陽熱利用については、『日経エコロジー』2008年1月号、6月号。自然エネルギー市民の会「ニュースレター15号(2009.1.30)」。太陽光採光については、『アース・ガーディアン』2007年1月号。日経産業新聞、2008年6月5日を参照。

傾向を強め、それに対応して発電コストは大幅に低下し通常電力と競争可能なレベルになってきている。欧州では、2000kW級の巨大風車を海上に多数並べる洋上ウィンド・ファームが各地に建設されている。日本には遠浅の沿岸部が少ないため欧州のように海底に直接タワーを建設する洋上風力は困難であるが、海上に基地を作る浮体工法が可能性を持っている。

日本の潜在資源量について総合エネルギー調査会・新エネルギー部会資料(2000年)は、社会的条件も考慮した「実際の潜在量」を250～500万kWとし、当時の政府の導入目標は2010年に30万kWというきわめて低いものであった。これに対し牛山泉氏(足利工業大学)は、洋上も含めれば7000万kW近くは可能と推計している。世界的な風力発電の急成長を受けて政府も導入目標を300万kWに引き上げたが、なぜ日本では自然エネルギーとりわけ風力について過小評価されてきたのであろうか。

風任せの不安定な電源で、調整用電源が必要なため高コストというのが表向きの理由であるが、風力発電があまり進みすぎると原発に影響が出るというのが本音であろう。たしかに風力発電は個別で見れば不安定であるが、ある一定範囲の地域で見れば発電可能量はほぼ予測がつくのであり、供給電力のなかで一定比率を占めるようになれば「変動するベース電源」という性格を帯びてくる。そうなると、既存の電力供給体制でベース電源として位置づけられている原発に取って代わる可能性が出てくる。このような理由で風力発電の持つ可能性を抑制し続けるならば、日本は環境・自然エネルギーに関してはまったくの後進国という事態に至るであろう。185万kW・13位という数字の持つ意味をしっかりと押さえる必要がある。ちなみに、脱原発を明確にしているデンマークではすでに電力の20%近くが風力であり、2030年には50%を賄う計画である。

今後風力発電を進めるにあたって、問題点としてすでに騒音、渡り鳥のバード・ストライク、景観論争などのトラブルが各地で頻発している。反対運動により設計変更でタワーの高さを低くする、夜間運転を見合わせるなどの対応を

迫られる所も出ており、風力＝クリーンという論理だけで立地を進めることは困難な時代に入ってきている。風車の建設を認める場所と認めない場所を分けるゾーニング規制の設定など、関係する諸団体が参加する形で風力発電のあり方を議論する場作りが必要であろう。<sup>(3)</sup>

### ③水力・地熱

水力発電、地熱発電はすでに長期間にわたる実績を持っているため当初は「新エネルギー」には含まれていなかったが、定義の見直しにより水路式で1000kW以下の小規模水力および地熱が「新エネルギー」として助成の対象になった。水力発電は一般的に設備利用率が高く出力が安定していること、エネルギー変換効率も火力や原子力よりもはるかに高く80%ほどになること、設備投資も比較的安価で維持費も低いこと、kWhあたりCO<sub>2</sub>排出も太陽光53g、風力29gに対し11gと低いことなど、多くの利点を持っている。巨大なダム建設を必要とする大規模水力発電は生態系の破壊をもたらすのでサステナブルとは言えないし、開発可能な立地も限られている。しかし、ダムを必要としない小規模な水力発電は生態系に与える影響も小さく、農業用水などを利用できるようになれば資源量としても大きな可能性を持っている。

近年小規模で効率的な水力発電機の開発が進んでおり、筐体のなかにプロペラ型水車と発電機を配置した水中発電機も市販されている。一体型構造のため発電機を設置する小屋の建設も不用で低コストであり、上水道の送水管や工場排水管にそのまま設置可能である。

もともと水力発電については全国に公営水力が一定の地歩を築いてきたし、戦前から戦後にかけて全国で無灯火地区に自治体や農協が主体になって小規模水力発電所を作ってきた歴史がある。ダム式巨大水力の出現によりそれらの多くは消滅したが、「環境の世紀」を迎えて地域のクリーンな自立電源として再

---

(3) 風力については、『日経エコロジー』2006年12月号。自然エネルギー市民の会「ニューズレター14号(2008.6.7)」「16号(2009.3.31)」を参照。

評価することが必要である。

地熱発電については日本は世界有数の豊富な地熱資源を持っており、少なく見積もっても原子力発電所 70 基分の潜在力を持っていると言われる。国立公園内での設置規制、源泉の枯渇を懸念する温泉街との利害対立などにより実際の発電は全国で 18 カ所・53 万 kW に留まっているが、貴重な国産エネルギーとして再評価する必要がある。遅ればせながら、資源エネルギー庁は 2008 年に研究会を立ち上げ、地熱発電の課題の洗い出し作業に入っている<sup>(4)</sup>。

#### ④バイオマス

バイオマスとは、一般に食料以外の形でエネルギーなどに利用される生物資源を意味する。太陽・風力・水力などの狭義の自然エネルギーは自然そのものを利用するので発電時には  $\text{CO}_2$  を排出しないが、バイオマスを燃やすと  $\text{CO}_2$  が発生する。しかし、植物は大気中の  $\text{CO}_2$  と地中の  $\text{H}_2\text{O}$  から光合成で作られたものであり、燃焼によって排出された  $\text{CO}_2$  は植物によって再び固定されるので、総体としてみればカーボン・ニュートラルと見なされる。その意味では、バイオマスはクリーンな広義の自然エネルギーと言える。

太陽、風力、水力、地熱などの自然エネルギーは潜在量が大きく、それらをうまく組み合わせることによって地域に必要な電力を地域で自給することも可能である。それは、自然エネルギーによる“電力自給圏”の形成といってよい。水力、風力の場合には動力として、太陽、地熱の場合には熱源としても利用可能であるが、いずれも内燃機関用の液体燃料に代替することは出来ない。“電力自給圏”を超えて真の意味で“エネルギー自給圏”を形成するためには、自然エネルギーに由来する液体燃料の製造が不可欠であり、これを可能にする

---

(4) 小規模水力については、手作りエネルギー研究会編『自然エネルギー大全』家の光協会、2005 年。『日経エコロジー』2004 年 6 月号。自然エネルギー市民の会「ニュースレター 2 号 (2005. 12. 24)」。産経新聞、2004 年 4 月 4 日。地熱発電については、『日経エコロジー』2009 年 2 月号。毎日新聞、2009 年 1 月 12 日を参照。



ものこそがバイオ燃料である。また、バイオマスはプラスチックの素材にもなる。エネルギー利用・マテリアル利用を総合すれば、バイオマスは現在石油が果たしている役割に全面的に代替する可能性を持っているのであり、自然エネルギーのなかでも特殊な意義を持っている。

バイオマスのエネルギー利用技術には、大きく熱化学的変換と生物化学的変換がある。前者は、熱によってバイオマスを化学的に変化させて使いやすい二次エネルギーの形にするもので、①直接燃やすことによって熱エネルギーを取り出す直接燃焼、②熱をかけて分解し可燃性ガスとして利用するガス化、③空気を遮断して過熱し、炭を生産する炭化、④高圧の水の中で過熱して液体燃料を得る直接液化、⑤食用油などをメタノールと反応させてバイオ・ディーゼル燃料を得るエステル化などの技術がある。後者は、微生物によってバイオマスを化学的に変化させて二次エネルギーを得るもので、①メタン発酵菌による嫌気性発酵を利用したメタン発酵、②酵母を利用したエタノール発酵、③微生物を利用した水素発酵などがある。また、マテリアル利用技術としては機械的な加工以外に①肥料化、②飼料化、③パルプ製造などの高分子成分分離、④糖類、セルロース系高分子などの工業原料化とそれらを利用したプラスチック製造などがある。<sup>(5)</sup>

自然エネルギーには上記以外に海洋温度差、波力・潮力、地中熱など多様なものがあり、その潜在的可能性をきちんと把握した上で技術開発に公的資金を投入していくことが必要であろう。

## 2. 自然エネルギーの特徴と意義

自然エネルギーの特徴と意義として以下の5点を確認しておきたい。

---

(5) バイオマスについては、小宮山宏ほか編『バイオマス・ニッポン 日本再生に向けて』日刊工業新聞社、2003年、第一章。坂井正康『バイオマスが拓く21世紀エネルギー』森北出版、1998年、第5章。中村太和『自然エネルギー戦略：“エネルギー自給圏”の形成と市民自治』自治体研究社、2001年、第5章を参照。

### ①再生可能なクリーン・エネルギーであること

自然エネルギーは、自然そのものを利用するのでクリーンであり永続的に利用可能である。バイオマスの場合には燃やすと  $\text{CO}_2$  が出るが、生態系が保全されている限り排出された  $\text{CO}_2$  は再び生物体に固定されるので総体としてみれば  $\text{CO}_2$  は排出されない、すなわちカーボン・ニュートラルなエネルギーである。化石燃料や原発にこだわる人たちは、自然エネルギーを「クリーンだけれども不安定。資源量も限られている」と批判する。確かに個別で見れば太陽は“お天気次第”，風力は“風まかせ”で不安定であるが、一定面積を持つ地域レベルで見れば天気予報や風況データをもとに発電量を予測することは可能であり、その意味では「安定電源」と言うことが出来る。バイオマスの場合には人為的制御が可能であり、「調整用電源」として活用できる。

資源量については、高速道路の法面やビルの壁面への太陽光パネルの設置、洋上風力や都市型の小型風車、農業用水や上下水道を利用したマイクロ水力など技術革新によってさまざまな可能性が生まれているし、放置された山林や休耕田、下水汚泥、生ごみなど大量の未利用バイオマス資源がエネルギーとして利用可能である。自然エネルギーの可能性を無視する人たちは、勉強が足りないか、知っていても自分たちの既得権益が侵されることを恐れているかのどちらかであろう。

### ②地域に新たにエネルギー産業が生まれ、地域経済再生のきっかけになること

農場や牧場に風車を設置すれば農業や牧畜業の収入にプラスして売電収入が入るし、バイオマスの場合には農林漁業・畜産業の廃棄物が新たな収入を生み出す。また、発電施設の設置やメンテナンス、観光業との連携などさまざまな形で地域に新たな雇用が生まれる。自然エネルギーを地元主導で導入した各地の実例を見ると、学校教育との連携、地域通貨や地元産品の産直との連携など、エネルギー問題を超えて多様な形で地域をもう一度見直す取り組みになっている。自然エネルギーは、電力を生み出すだけでなく「地域住民の活力」と

いう新たなエネルギーも生み出すのである。

### ③平和のエネルギーであること

石油資源は中東、中央アジアなど特定の地域に偏在しており、そのために大国間の争奪戦の対象になってきた。しかし、太陽や風は地球上のあらゆる地域に普遍的に存在しており、「太陽をめぐる争奪戦」はない。森林資源の枯渇によるエネルギー不足に悩む途上国の人たちが太陽エネルギーの恵みを享受できるシステムが整備されれば、太陽熱で水を煮沸消毒することが出来るし、太陽光パネルで電化の恩恵を享受することも出来る。自然エネルギーは、貧困とそれを土台にしたテロの問題を解決する上できわめて有力な「武器」であり、平和のエネルギーであると言える。

### ④地域自治・市民自治の理念を具体化し、社会のあり方を根本から変革する可能性を持っていること

原子力や巨大火力などの大規模・集中型エネルギー供給システムは巨額の資金と広域での連系・調整を必要とするため、その担い手は国家あるいは巨大企業にならざるを得ない。しかし、地域をベースにした小規模・分散型の自然エネルギーは、自治体や中小企業あるいは市民の共同出資で十分対応が可能である。風力発電先進国であるドイツやデンマークでは、風車の8割以上が市民や協同組合の所有である。

日本でも07年時点で風力20基、太陽光164基、小水力1基の市民共同発電所があり、出資総額25億円・参加者3万人になっている。そこに参加する人たちは単なるエネルギーの消費者ではなく、エネルギーの生産者すなわち発電事業者であり、エネルギー政策のあり方を「自己決定」できる主体でもある。自然エネルギーは、政官財の一部支配層が握ってきた政策決定システムに風穴を開ける可能性を持っている。

## ⑤防災のエネルギーであること。

東京電力・柏崎刈羽原発の例で明らかのように、複雑に入り組んだ巨大システムである原発は地震に対して弱い。一般的に、高圧送電線網で繋がった大規模・集中型のエネルギー供給システムは、発電所の停止あるいは送電線の切断によって広域で停電するため、巨大な災害に対して本質的に脆弱である。これに対して、自然エネルギーに代表される小規模・分散型の供給システムの場合には被害の範囲は限定され、生き残った発電施設で地域に電力を供給することが可能である。首都圏直下型地震あるいは海溝型の東海・東南海・南海大地震の発生が現実の問題になってきた今、巨大災害に対して強い自立電源としての自然エネルギーの意義を再評価する必要がある。

## Ⅱ 自然エネルギーをどう進めるか

### 1. 世界の動向

再生可能エネルギー（RES）を進めるための国際ネットワーク・REN21の「自然エネルギー白書 2009改訂版」によれば、08年の世界のRESへの投資は1200億ドルで04年の4倍、大型水力を除く発電容量は2億8000万kWで75%増になっている。世界的な金融危機のなかでも着実に増大しており、とりわけ特筆されるべき事実として、08年にEU・米国双方で始めて従来型の電源（ガス・石炭・石油・原子力）よりもRESによる発電設備の方がより多く導入されたことがあげられる。エネルギー分野で“パラダイム転換”が進んでいることを如実に示すものであろう。分野別内訳では風力42%、太陽光32%、バイオ燃料13%であり、04年に対する伸び率でも太陽光は6倍、風力は2.5倍と最も成長の著しい分野になっている。発電容量の国別順位を見ると、1位・中国7600万kW、2位・米国4000万kW、3位・ドイツ3400万kWで、日本は6位・800万kWになっている。これまでRESに関してはドイツを中心にEUが世界を引っ張ってきたが、この数年中国・インドのアジア勢と米国が急成長をとげている。その中で日本は、太陽光発電と太陽電池生産で3位、小

水力で2位となっているが、RES全体で見れば国際動向からは大きく遅れているのが現状である。日本の電力供給に占めるRESの比率は1%以下であり、2014年の目標は1.63%に過ぎない。スウェーデン49%（2010年目標60%）、デンマーク26%（2010年目標29パーセント）という「環境先進国」は別格として、欧米主要諸国あるいは成長著しいアジア諸国と比べるとまさに「周回遅れのランナー」という状況である。

最近のRES関係の国際会議で目立つのは、国際的な巨大銀行、機関投資家、ベンチャーキャピタルなどの関係者が大挙して参加していることである。日本は政府関係者の参加が少ないだけでなく、金融機関関係者の姿がほとんど見えない。環境問題は国際政治の主要問題となり、同時に経済的にはビジネス・チャンスの宝庫と見なされている。その中心にはRESが位置づけられているのであり、日本は、RESをめぐる国際動向をきちんと把握した上で早急に自然エネルギー政策を確立することが求められている。<sup>(6)</sup>

## 2. 自然エネルギー推進策：ドイツ vs. 日本

日本では自然エネルギーの持つ可能性についての認知度は残念ながらまだ低いですが、世界は今急速に動いている。先頭を切っているのはEUとりわけドイツである。ドイツの電力供給に占める再生可能エネルギー（RES）の比率は2001年には4.5%であったが、06年には12%になり、2020年には30%にすることを目標にしている。電力だけでなく、熱利用に関しても一定割合の自然エネルギー利用を義務付ける「再生可能エネルギー熱法」を制定し、明確な目標を設定しながら脱原発の道筋を具体化していっている。ドイツではRES関連産業の売上高は、06年に229億ユーロ（約3兆7000億円）で5年間に2.8倍

---

(6) REN21（21世紀のための再生可能エネルギー・ネットワーク）は、2004年にボンで開催された再生可能エネルギー国際会議を機に発足したネットワークで、国際機関、政府機関、企業団体、NGOで構成され、パリに事務局が置かれている。NPO法人 環境エネルギー政策研究所のホームページに報告書の翻訳が掲載されている。

になっており、雇用も25万人(07年)と倍増している。独環境省は、2020年までに雇用は40万人に増えると試算しているが、ドイツの中核産業である自動車産業の雇用70万人と比較してもきわめて大きな数字である。

このようなRESの急成長を支えた政策手法は、固定価格買取制度(FIT: フィード・イン・タリフ)である。FITは、電力会社がRESを一定の価格で一定期間買取ることを義務付ける方式であり、発電事業者からすればビジネスとしての採算性を容易に計算することが出来る。自然エネルギーを短期間に普及させるうえで大きな効果を発揮する制度であり、現在50カ国以上が採用している。2000年の再生可能エネルギー法(04年改正)でFIT方式が本格的に導入され、それ以後ドイツでは自然エネルギー市場が急成長を遂げている。改正後の電力買取条件は図のようになっており、15年から30年という長期にわたってきわめて高い買取価格が設定されている。

太陽光は最大で1kWhあたり62.4EUセント(1ユーロ=135円で換算すると84円)であり、日本の20円強と比べると桁違いに優遇されている。太陽光は現状では高コストなため有利な条件を設定することによって一気に普及させようとしているのであり、コストの高い小規模施設ほど優遇しているのも同じ理由である。革新的技術を導入すれば技術割増しがつき、バイオマスの場合にはグリーン・バイオマスを使えば原料割増しがつく。技術革新を進める、あるいは森林整備を進めるための制度設計である。自然エネルギーを進めるためには多くの国民の主体的参加が必要であり、優遇措置によりコスト問題をクリアして急速な普及を図るという明確な理念がそこにはある。しかも、一定レベルまで普及すればコストは下がっていくので、それに対応して買取価格を順次下げていくことによって社会全体の負担増を回避するシステムも用意している。このような明確な理念に裏打ちされた制度設計のやり方は、日本としても大いに参考にすべきであろう。

高価格買取制度は再生可能エネルギー法による電力買取財源用割当金によって支えられており、標準家庭における負担は、1カ月あたり2.1ユーロ

表 1 2004 年改正「再生可能エネルギー法」での再生可能エネルギー電力買取条件

発電方法	条件	発電容量	買取価格	買取期間	買取価格 低下率
		kW	セント ／ kWh	年	%／年
水力	2004.7.31 以前の 既設発電所	～ 500	7.67	無期限	0
		500 ～ 5000	6.65		
	2004.8.1 以後 に 更新された既設 発電所	～ 500	9.67	30	
		500 ～ 5000	6.65		
	新設発電所	～ 500	7.67	15	1
		500 ～ 10000	6.65		
		10000 ～ 20000	6.1		
		20000 ～ 50000	4.56		
		50000 ～ 150000	3.7		
埋立地ガス ／汚泥ガス ／鉱山ガス		～ 500	7.67	20	1.5
		500 ～ 5000	6.65		
		鉱山ガス 5000 以上	6.65		
	革新的技術採用 天然ガス同等品 質ガス	～ 500	9.67		
		500 ～ 5000	8.65		
		鉱山ガス 5000 以上	8.65		
地熱		～ 5000	15	20	2010 年 以後は 1
		5000 ～ 10000	14		
		10000 ～ 20000	8.95		
		20000 以上	7.16		
バイオマス		～ 20000	3.9 ～ 21.5	20	1.5
風力	陸上	無制限	5.5 ～ 8.7	20	2
	海洋		6.19 ～ 9.1		2008 年 以後は 2
太陽光		無制限	45.7 ～ 62.4	20	5

出典：和田武『飛躍するドイツの再生可能エネルギー』世界思想社，23 ページより引用。

(06年12月時点のレートで328円)で電気料金の3.7%ほどである。日本には原発立地を進めるための電源開発促進税(07年時点で1000kWhあたり37.5円、税収は3500億円ほど)があるが、標準家庭での負担は1カ月あたり約125円で電気料金の2%ほどである。日本の消費者は、原発を進めるための2%負担と自然エネルギーを進めるための3.7%負担のどちらを選択するのか、真剣に議論する必要がある。

ドイツにおける自然エネルギーの急速な展開と比較して、日本のそれは停滞の一言につきる。日本のこれまでの自然エネルギー促進策は、国による初期投資の補助と電力会社による「余剰電力購入メニュー」の二本立てであった。94年に家庭用の太陽光発電に対する初期投資補助制度が開始され、これにより日本は太陽光発電に関しては世界一になった。当初は初期投資の3分の1補助、その後kWあたり一定金額を補助する制度に変わったが、2005年には「市場の成熟」を理由に補助制度は打ち切られた。しかし、自公政権への国民の支持率が急落するなかで、「国民目線の予算配分」として08年度予算で太陽光発電への補助制度が復活することになった。まさに、「場当たり的」という言葉がぴったりである。

「余剰電力購入メニュー」は電力会社の任意の取り組みとして太陽、風力などの電力を購入するものであり、購入価格・契約条件は電力会社の独自の判断で決められてきた。とりわけ、風力については電力会社の都合で制度が短期間に何度も変えられてきた。風力の平均売電価格は03年度にはkWhあたり11.8円であったが、06年度には10.7円に引き下げられ、8円台という価格もある。10円を切ると採算は厳しいと言われており、風力発電が停滞する大きな要因になっている。契約についても募集枠が設定され、入札・抽選などやり方も入り乱れている。07年に九州電力の募集枠13万kWに対し116事業・187万kWが応募、抽選で10事業に決定したが、ユーロ高による欧州風車の値上がりなどもあって辞退が続出した。繰り上げ当選を行ったが、結局6事業・4.7万kWしか契約できなかった。世界の風力市場が急拡大するなかで日本の市場



は停滞状態であり、日本の風力ビジネスは日本市場を見限って欧州を中心に海外展開を図っている。

太陽光の場合、売電価格は「電気料金相当」と風力よりは優遇されているが、この価格では200万円を超える初期投資を回収するには20年以上かかることになり、事業としては採算が取れない。09年7月に「エネルギー供給構造高度化法」が成立し、家庭の太陽光発電の余剰分は現在の2倍の価格で10年間電力会社を買取ることになった。経済産業省は、国・自治体の補助制度と合わせると新築家屋では10年ほどで元が取れると言っており、にわかには太陽光発電がブームになっている。ドイツにならって「日本版FIT」を導入したこと自体は評価できるが、なぜ太陽光発電の余剰部分のみが対象になるのか、環境のために早い段階から自己負担で設備を導入した人たちの不利益、あるいは新制度によって生じるコスト負担だけを強いられる人たちの不利益にどう対処しようとしているのか、説明はまったくない。そもそも法律の名称が示するように、法律の目的はエネルギー供給事業を発展・高度化させることであり、自然エネルギーを促進しようとするものではない。

日本の現状を見れば、技術はある、ニーズもある、投資意欲もある、ないのは長期的視野で「国益」「地球益」を考える理念とそれに裏付けられた政策である。日本でも2002年に「電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法」が成立して、ようやく自然エネルギーを進める法律上の裏づけが出来た。この新エネ特措法の政策手法は、自然エネルギーによる一定比率の電力供給を電力会社に義務付けるRPS（リニューアブルズ・ポートフォリオ・スタンダード）方式である。FIT方式に比べより市場原理を優先するやり方であるが、採算性の予測に不確定要素が入るため、急速な普及という点ではFIT方式に劣る。しかも、新エネ特措法では電力会社の供給義務はわずか1.63%（2014年目標値）である。コンマの位置が一桁違うのではないか。これでは自然エネルギーを推進するための法律ではなく、抑制するための法律であると言わざるを得ない。

日本で自然エネルギーが進まない基本的な理由は、政策決定プロセスが既存のエネルギー業界とエネルギーを大量に消費する業界の代表によって支配されているからである。原子力をビジネスあるいは仕事にしている業界・官僚・研究者などのいわゆる「原子力複合体」からすれば、自然エネルギーが本格的に進むことは自分の首を絞めることになるために強硬な抵抗を示している。2000年に超党派の自然エネルギー促進議員連盟が環境NPOと協力してFIT方式の「自然エネルギー発電促進法案」をまとめたが、反対派によってたな晒しにされ、代わりに原発推進派が進める「原子力発電施設等立地地域の振興に関する特別措置法」が成立した。「立地地域」に指定されれば公共事業の補助比率を割り増しするという内容で、「公共事業」と「原発」という日本社会の2つの「ガン細胞」を一体化して増殖させることを意図した法律である。日本を環境・自然エネルギー先進国にするためには、「原子力複合体」の持つ政治力を市民の側からチェックする作業が不可欠である。

自然エネルギーを進めるための国際機関「国際再生可能エネルギー機関(IRENA)」の設立会合が、09年1月にドイツのボンで120カ国が参加して開催され、予想を上回る77カ国が設立条約に調印して設立準備委員会が正式に発足した。日本は、国際機関としてすでに国際エネルギー機関(IEA)があること、アメリカが参加しないことを理由にIRENAには参加しない方針であったが、アメリカの参加表明を受けて署名を行った。加盟しなかった場合には再生可能エネルギーをめぐる国際ルールづくりに参加できず、日本の技術の世界的な展開にも今後支障をきたすことになったであろう。最悪の事態は回避できたが、当初の非加盟方針のために事務局本部の招致を希望していた広島市が候補地からはずれてしまったことは誠に残念である。<sup>(7)</sup>

---

(7) ドイツと日本の自然エネルギー政策については、和田武『飛躍するドイツの再生可能エネルギー 地球温暖化防止と持続可能社会構築をめざして』世界思想社、2008年。飯田哲也編『自然エネルギー市場：新しいエネルギー社会のすがた』築地書館、2005年。環境省編『平成20年版環境・循環型社会白書』、『日経エコロジー』2008年7月号、12月号、2009年4月号を参照。

### Ⅲ 自然エネルギーと持続可能な地域づくり

地域の気候・風土・自然は多様な姿を持っており、それに応じて多様な自然エネルギーの可能性がある。強風地帯であれば風力発電の、多雨地帯は水力発電の適地であり、森林資源が多ければ木質系、酪農地帯であれば畜ふん系バイオマスのエネルギー利用が可能である。地域特性に応じて多様な自然エネルギーを組み合わせれば、地域に必要な電力を地域で賄う“電力自給圏”，さらには熱や輸送用燃料などを含めて全エネルギーを地域で賄う“エネルギー自給圏”を形成することも夢ではない。日本の歴史を見れば、日常生活に最も深く根ざした自然エネルギー利用は水車（水力）と薪炭（木質バイオマス）であり、今後日本で自然エネルギーを進めていく上で水力とバイオマスを再評価することが重要な課題になる。小水力をベースにした「エネルギーの地域自給」，「木質バイオマスを活用した地域づくり」という視点から考えてみたい。

#### 1. エネルギーの地域自給

##### 「エネルギー永続地帯」

千葉大学公共研究センターとNPO 法人環境エネルギー政策研究所の共同研究によれば、日本の62の市町村が「100%エネルギー永続地帯」である。その定義は、「その区域の民生用電力需要と熱需要を、その区域での再生可能な自然エネルギーのみで、計算上、賄うことができる区域」であり、民生用には「家庭用」と「業務用」の双方が含まれている。第1位は大阪府九条町で自給率2258%，第2位は福島県柳津町1775%，第3位は熊本県五木村1301%である。県レベルで見ると、大阪府の31%を筆頭に秋田、富山、岩手、長野、鹿児島、青森の7県が10%以上を賄っている。自然エネルギーの内訳を見ると、ダムを使わない1万kW未満の小水力発電が47.5%を占め、以下太陽熱利用12.4%，風力発電11.0%，地熱発電10.8%となっており、全体では日本の民生用電力・熱需要の3.22%を占めている。小水力と地熱・温泉熱が高い数字であ

り、日本に適した自然エネルギーとして水力・地熱をきちんと位置づける必要性を示している。

共同研究は、「エネルギー永続地帯」と「食料自給地帯」を統合する概念としての「永続地帯 (sustainable zone)」の研究を目指している。今後調査研究を続けていけば、“サステナブル”という点では都会よりも田舎のほうが「先進的」であり、国際的に展開していけば途上国のほうが「先進的」であることが明白になるだろうと指摘している。将来を見据えたきわめて重要な視点である。

ただし、注意しておかなければならないのは、自然エネルギーの事業主体が誰かという問題である。例えば、北海道苫前町は日本最初の大規模ウィンド・ファームであり、「エネルギー永続地帯」では自給率 528%（電力だけでは 947%）で第 8 位にランクされている。事業主体は、一部町営発電所を除いて大部分は東京電力系のユーラスエネルギーと電源開発という大企業である。たしかに地元には法人税、法人事業税、土地賃貸料にプラスして 2 社の売電収入の 3% が役務協力費として入るが、事業から生まれる利益の大部分は地元ではなく東京に集中される。地元の住民団体「苫前グリーン風人」は、「まちおこし」のための風力発電も結局は従来の外発的な開発の延長線上にあると批判し、「持続可能な地域づくり」のための風車・市民風車を目指している。日本においては大企業がカネに任せて自然エネルギーの開発適地を買い占めるやり方が放置されているが、「なぜ自然エネルギーを進めるのか」「どのように進めるのか」という理念の再検討が必要である。“地域の風は地域のもの”“エネルギー自立による国際貢献”というデンマークの理念は、日本にとっても導きの糸になるであろう。<sup>(8)</sup>

---

(8) 千葉大学公共研究センター・NPO 法人環境エネルギー政策研究所『『エネルギー永続地帯』2007 年度試算結果の公表について』（2008 年 9 月 16 日）。

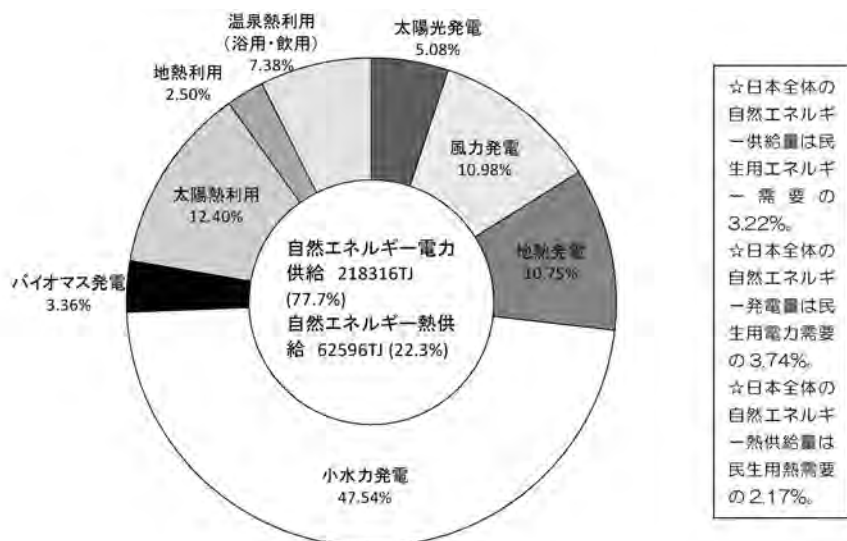


図3 自然エネルギーによるエネルギー供給の状況（2007：日本全国）

出典：千葉大学公共研究センター・NPO 法人環境エネルギー政策研究所

「『エネルギー永続地帯』2007年度試算結果の公表について」

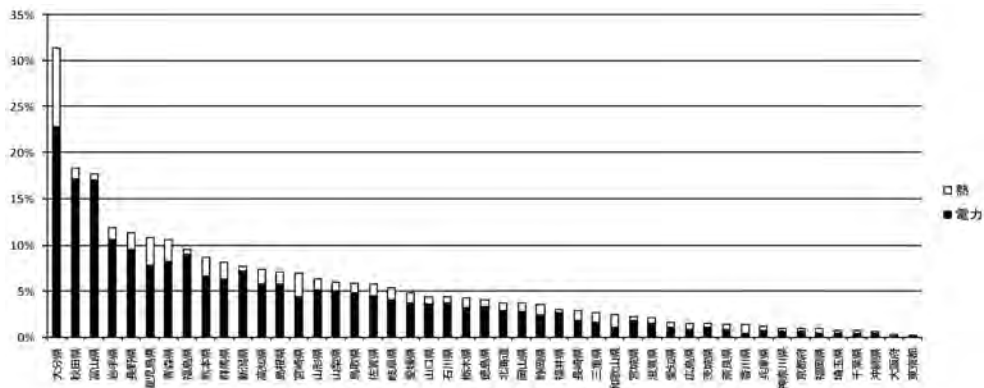


図4 自然エネルギーによる自給率（都道府県別：2007）

出典：同上

### 小水力をベースにした「エネルギーの地域自給」

「エネルギー永続地帯」が具体的な数字で示したように、水力・地熱という「旧エネルギー」（すでに普及しているため、当初は「新エネルギー」の定義からはずされていた）は大きなパワーを持っている。日本では、自然エネルギーというと風力と太陽光、とりわけ太陽光発電が脚光を浴びているが、これからの「エネルギーの地域自給」のあり方を考えるとき小水力発電が重要な意味を持っていることを確認しておきたい。

日本の川は年間を通して安定した水量があり、急峻な地形から落差があるため古くから全国で水車が利用されてきた。揚水水車で田畑を灌漑し、動力水車で芋洗ひからはじまって精米・製粉、撚糸、製材、陶土の粉碎など多様な形で水車を利用してきた。日本は「水車の国」なのであり、水車のある風景は日本の農山村の原風景である。そのような歴史を背景に、自然エネルギーに取り組む運動団体の多くがシンボルとして水車を設置している。

近代の日本が電化の時代を迎えた時に電源として取り組んだのは当然ながら小水力発電であり、戦前の自治体の多くには「水道局」と並んで「電気局」が配置されていた。現在でも自治体が経営する公営水力は一定の役割を果たしている。現代の我々は当たり前のように「電気は電力会社から買うもの」と思っているが、戦前においては地域で必要な発電所は地域で作ることがある意味では「当たり前」であったのであり、戦後においても未電化地域では自治体や農協が中心になって自前で発電所を建設していた。

先に触れたように、小水力は日本に適した自然エネルギーである。太陽光発電の年間稼働時間は1000時間、風力は2000時間ほどであるが、水力は立地が良ければ6000時間を超える。稼働率からすれば、水力1kWは太陽光の6kW、風力の3kWに相当する。一戸あたりの年間電力消費量が5000kWh、水力発電機の稼働時間が6000時間とすれば、出力1kWの発電機ですべての電力を賄うことが出来るのである。潜在資源量も大きい。水力の適地は全国に広範に散在しており、とくに農業用水路は幹線だけで地球1周分に相当する4万km、支

線までいれると 40 万 km あり日常的な管理システムも出来上がっている。小水力を中心に、それぞれの地域に適した他の自然エネルギーをそこに組み合わせれば、日本の各地に「エネルギー（電力）の地域自給」システムを作ることは夢物語ではない。

### 都市部での「エネルギーの地域自給」

最近の急速な技術革新を視野に入れば、農村部だけでなく都市部においても「エネルギーの地域自給」の可能性が出てくる。すでに生ごみや下水汚泥のバイオガス化、建築廃材や剪定枝などの木質バイオマスのエネルギー利用、廃食油のバイオ燃料化、都市型の小型風車の導入などが各地で取り組まれている。また、コジェネレーション、燃料電池などエネルギーの需要地に立地するオンサイト型の小規模・分散型エネルギー供給設備が普及し始め、家庭用電源から充電できるプラグ・インのハイブリッド車、電気自動車も近々市場に投入される予定である。太陽光で発電してバッテリーに充電し家庭に必要な電気を賄いながら車も動かす、コジェネレーションや太陽熱温水器で電気と熱・給湯を賄う、そのような「エネルギー自給住宅」も現実のものになってきている。その延長線上に都市部における「エネルギーの地域自給」も具体的な姿を現すであろう。<sup>(9)</sup>

## 2. 地域を拓くバイオマス

地域レベルでバイオマスの活用に取り組む場合の基本的なポイントは、①カスケード利用、②供給システムの合理化、③多様な地域課題との統合の3点である。国土・環境保全に特別の意義を持つ木質資源を例に見ておきたい。

---

(9) エネルギーの地域自給については、佐藤由美『自然エネルギーが地域を変える まちづくりの新しい風』学芸出版社、2003年。「自然エネルギー促進法」推進ネットワーク編『自然エネルギー 100%コミュニティをめざして』かもがわ出版、2002年。『日経エコロジー』2009年4月号を参照。



### ①木のカスケード利用

木のすべてをカスケード（分かれ小滝）のように、高級品から低級品まで順番に利用していくことを「木のカスケード利用」と言う。最も高級な幹の部分は柱や梁などの建築材、間伐材は治水ダム、遮音壁、ガードレールなどの公共事業、曲がり材は工芸、チップは紙やチップ舗装、製材廃材はボードや割り箸などに利用し、これらのマテリアル利用が役割を終えたら薪、チップ、ペレットなどのエネルギー利用に回していく。このようなカスケード利用によって木のすべてが利用され、木を活用する時のコスト面での弱点である収集・運搬コストも全体のなかに分散されていく。資源・環境問題が深刻化するなかで木質バイオマスのエネルギー利用の取り組みが各地で行われているが、今のところ成功事例は多くはない。その最大の理由は収集・運搬コストの高さという問題であり、マテリアルを含めたカスケード利用の中で問題を解決していくシステムづくりが求められる。マテリアル利用の中心課題は当然国産材を使った家作りの推進であるが、それと連携する形で未利用部分のマテリアル利用を進め、最終的にエネルギー利用に繋げていく必要がある。日本の国土・環境を保全するためには山村を維持することが必要であり、そのためには山村が経済的に成り立つシステムづくりが必要である。「木のカスケード利用」は、自立した山村経済を生み出すための一番のベースである。

### 資源の地域内循環

カスケード利用は木を地域内で資源循環させることを想定しており、そこで発生する所得は地域の中に還元される。岩手県紫波町は地元材活用の一つのモデル・ケースであり、例えば町立上平沢小学校の建設で使われた 1000 m<sup>3</sup>の木はすべて無垢の町産材で、建設・内装もほぼすべて町内の業者が行った。鉄筋コンクリートの校舎の場合には地元へ還元される割合は 1 割ほどであるが、木造校舎では 8 割近くになったと言う。幅広い年齢構成を持つ 70 名の町内大工で組織する「紫波匠の会」が建設の中心になり、木造校舎の建設によって地元



の製材業者や森林組合との連携が出来ただけでなく、大工の中での技術の継承も出来た。また、校舎の建設にあたって「学区民林」から140本のスギが提供されたが、このスギは、木を植え・育て・売ることによって貧困にあえぐ子どもたちを支援しようと地区の住民が昭和12年に営林署から借り受けて植林・管理してきたものである。「紫波町・新世紀未来宣言」にはこう書かれている。「母が見た風景を、浴びた陽の光を／感じた風を、清冽（せいれつ）な水を／そして紫波の環境を100年後の子どもたちに／よりよい姿で残し伝えていきます。」地元材を活用した地域内の資源循環が、地域に所得を生み出すだけでなく、ふるさとへの愛着心と豊かな感性を生み出すことがここには見て取れる。<sup>(10)</sup>

## ②供給システムの合理化

国産材の家作りを中心にカスケード利用を進めていくためには、伐採・収集・運搬・流通などの木材供給システムを合理化することが必須の課題である。林業関係者の中には、国産材の競争力がない理由を急峻な地形、小規模所有など日本特有の事情をあげて合理化する人も多いが、同じような事情を抱えるオーストリアの林産業は世界有数の競争力を持っている。オーストリアは急峻な地形で、個人所有林の平均面積も日本とほぼ同じであるが、haあたり木材供給量は日本の6倍にもなる。急峻な地形に対応出来る機械の開発、小規模所有者の組織化による計画的な伐採、国家資格であるフォレスターによるきめ細かなコンサルティング、研究・マーケティング機関による製品開発など、国家レベルで林業経営をサポートする体制の整備がそれを可能にしている。林家によるエネルギー供給会社の設立などの自主的な取り組みも進んでおり、日本のこれからの林業経営のあり方を考える上で大いに参考になる。

収集・運搬に関しては、林道整備とともに体積がかさむバイオマスをいかにして圧縮・減容するかが課題になる。北欧やオーストリアでは末木枝条をバン

(10) 田中淳夫『日本の森はなぜ危機なのか』平凡社、2002年。浜田久美子『森のゆくえ 林業と森の豊かさの共存』コモンズ、2006年。『現代農業』2000年特別号。

ドリリングする機械や林地残材を現場でチップ化する移動式チップパーが普及しており、日本でも破碎、乾燥を含めた移動式の圧縮・減容・乾燥システムづくりが課題になる。

流通システムについては、日本では原木市場から工務店に至る木材流通過程に多数の中間業者が介在しているが、流通過程を簡素化して川上と川下のマッチングを図ることが課題になる。世界的な森林保全の動き、丸太の輸出規制、木材需要の増大を背景に国産材と外材の価格差はすでに逆転しており、ここ数年木材自給率はわずかではあるが上昇傾向にある。それが一気に「国産材ブーム」にまで行かない理由は、都市・需要地が要求する量及び多様な種類に対して山元が応えることが出来ない、すなわちニーズに対して即座に対応できる安定供給システムがないためである。このような国産材の根本的な弱点を解決するためにはネットの活用による情報の共有、流通システムの近代化などが必須の課題になる。<sup>(11)</sup>

### ③多様な地域課題との統合

木質バイオマスで地域づくりを進めようとする場合、マテリアル・エネルギーを含めた地域内での循環システムを作ることがベースになるが、同時に林業・林産業の枠組みに留まることなく他の多様な分野とりわけ環境保全型農業の取り組みと連携することが大事な課題になる。おが屑は堆肥になるし、木炭や木灰は土壌改良、臭気防止、鮮度保持に役立つ。ハウス栽培の燃料には重油や灯油が使われてきたが、石油危機を契機にその見直しが今後進められていくはずであり、チップ、ペレットは代替燃料として大きな可能性を持っている。自然エネルギーを活用した農業は農産品の付加価値を高めるだけでなく、中長

---

(11) 遠藤日雄『木づかい新時代』日本林業調査会、2005年。NPO法人バイオマス産業社会ネットワーク『バイオマス白書2006(ダイジェスト版)』。『AERA』2001年7月2日号。オーストリアの林業・林産業については、『季刊・木質エネルギー』2005年夏号、秋号。日本林業経営者協会『林経協月報』2002年4月号、11月号を参照。

期的には食料の地域自給とエネルギーの地域自給をつなぐ結節点の役割を果たすことになるであろう。そのような取り組みは、環境学習やエコ・ツーリズムなどの活動の舞台にもなる。上伊那地域は木質バイオマスをベースにした地域づくりの一つのモデルであり、農業と林業を結びつけながら栽培・植林から収穫・伐採、具体的利用に至る有機的流れの中で体験・学習する長期滞在型の体験カリキュラムを作っている。「地域を拓く木質バイオマス」を支える一番のベースは、木の持っている素晴らしさを体験し理解してもらうことである。<sup>(12)</sup>

---

(12) 緑化推進環境改善協会『信州・伊那谷発 バイオマスをひろめよう!』2002年。炭の活用については、農文協編『土・作物を変える不思議なパワー 炭とことん活用読本』農山漁村文化協会、2008年を参照。